

APS Rec'd PCT/PTO 20 JUL 2006

1

Beschreibung

Mikrowellenleitende Anordnung

- [001] Die Erfindung betrifft eine mikrowellenleitende Anordnung, insbesondere eine solche auf einer nichtleitenden Struktur basierend, sowie ein Verfahren zu deren Herstellung.
- [002] Im Weiteren werden unter dem Begriff Mikrowellen alle elektromagnetischen Wellen und Signale mit einer Frequenz größer 1 GHz verstanden. Diese Signale werden für verschiedenste technische Anwendungen benutzt, sowohl in industriellen Prozessen, insbesondere bei der Messtechnik, als auch im Haushalt, beispielsweise im sogenannten Mikrowellenofen, als auch bei medizinischen Anwendungen.
- [003] Aus den technischen Anwendungen sind dünne leitende Schichten auf nichtleitenden planaren Strukturen bekannt, wie z. B. Microstrip-Leitungen auf Leiterplatten, die im Wesentlichen zur Leitung oder zur Abstrahlung von Mikrowellen dienen. Weiterhin sind aus der Hohlleitertechnik metallische Hohlleiter, beispielsweise Rechteck- oder Rundhohlleiter, bekannt, die teilweise mit geeigneten Dielektrika gefüllt sind.
- [004] Komplexe Strukturen von Hohlleitern oder solche mit aufwändig gestalteten geometrischen Formen sind mit dem bekannten Stand der Technik aufwändig zu fertigen und daher sehr teuer. Bekannte Technologien, wie sie bei Microstrip-Leitungen verwendet werden, sind, da es sich um mehr oder weniger planare Strukturen handelt, ebenfalls nicht geeignet, komplex strukturierte dreidimensionale Mikrowellenleiter zu realisieren.
- [005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine mikrowellenleitende Anordnung zu schaffen, die sich für komplexe Strukturen eignet und dabei kostengünstig und relativ einfach zu fertigen ist.
- [006] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine mikrowellenleitende Anordnung nach der Erfindung, die einen nichtleitenden Körper umfasst, auf dessen beliebig geformter Oberfläche wenigstens teilweise eine elektrisch leitende Schicht aufgebracht ist.
- [007] Eine besondere Ausführungsform der mikrowellenleitenden Anordnung nach der Erfindung wird durch einen Körper mit sinusförmig gekrümmter Oberfläche realisiert.
- [008] Bei noch anderen Ausführungsformen der mikrowellenleitenden Anordnung nach der Erfindung ist die Oberfläche des Körpers strukturiert und/oder aus elastischem Material.
- [009] Eine weitere erfindungsgemäße mikrowellenleitende Anordnung weist eine

elektrisch leitende Schicht mit einer bevorzugten Dicke von 0.1 – 100 µm auf.

- [010] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die elektrisch leitende Schicht durch Metallisieren der Oberfläche des Körpers hergestellt.
- [011] Noch andere Ausführungsformen der mikrowellenleitenden Anordnung nach der Erfindung betreffen die Metallisierung der Oberfläche des Körpers nach einem Flamspritzen-Verfahren, durch chemisches Metallisieren, durch Galvanisieren, oder mit einem Aufdampfverfahren, insbesondere Sputtern oder PVD-, bzw. CVD-Beschichten.
- [012] Bei noch einer anderen mikrowellenleitenden Anordnung nach der Erfindung weist die metallisierte Beschichtung eine vorgegebene Struktur auf, beispielsweise mit spaltförmigen Aussparungen der Metallisierung zur Unterdrückung unerwünschter Moden oder zur Ein- und Auskopplung von HF-Signalen.
- [013] Noch weitere Ausführungsformen der mikrowellenleitenden Anordnungen nach der Erfindung betreffen einen außen metallisierten zylindrischen oder konischen Kunststoff-Körper, der als Hohlleiter verwendbar ist, und ein außen und innen metallisiertes Kunststoffrohr, das als koaxialer Leiter verwendbar ist, sowie einen trichterförmigen, innen metallisierten Kunststoffkörper, der als Mikrowellen-Antennenhorn verwendbar ist.
- [014] Weitere und noch andere Ausführungsformen der mikrowellenleitenden Anordnungen sind auf einen außen metallisierten Kunststoff-Körper gerichtet, der als Einkopplung verwendbar ist, und auf einen Kunststoffkörper, der aus komplexen Formen zusammengesetzt ist und die Funktionselemente Einkopplung, Hohlleiter und Antennenhorn vereint.
- [015] Die oben genannte Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer dielektrischen mikrowellenleitenden Anordnung, wobei auf einen nichtleitenden Körper mit einer beliebig geformten Oberfläche eine die Oberfläche wenigstens teilweise bedeckende elektrisch leitende und strukturierte Schicht aufgebracht wird.
- [016] Bei einer anderen Ausführung des Verfahrens nach der Erfindung wird die elektrisch leitende Schicht durch Metallisieren der Oberfläche des Körpers mittels eines Aufdampfverfahrens hergestellt.
- [017] Weiterhin betrifft die Erfindung die Verwendung einer mikrowellenleitenden Anordnung auf einer sinusförmig gekrümmten Oberfläche des Körpers als Modenkonverter und die Verwendung einer mikrowellenleitenden Anordnung nach der Erfindung mit einem trichterförmigen, innen metallisierten Kunststoffkörper als Dual-Mode –Antennenhorn.

- [018] Im Vergleich zum Stand der Technik handelt es sich bei der vorliegenden Erfindung nicht um planare, sondern um dreidimensionale mikrowellenleitende Strukturen. Viele Hohlleiter für technische Anwendungen umfassen einen metallischen Hohlkörper, beispielsweise ein Rohr, der mit einem dielektrischen Material gefüllt wird. Durch einen Verzicht auf einen "massiven" Metallkörper lassen sich erfindungsgemäß an sich beliebige mikrowellenleitende Strukturen besonders einfach und daher kostengünstig herstellen.
- [019] So erlaubt die Erfindung zum Beispiel eine mikrowellenleitende Anordnung zu schaffen mit sinusförmig gekrümmten Oberflächen, die als Modenkonverter dient. Es können damit auch mikrowellenleitende Strukturen auf besonders strukturierten Oberflächen für spezielle Antennenausführungen hergestellt werden, die mit herkömmlicher Technologie nur sehr aufwändig und dadurch sehr teuer hergestellt werden können. Die Erfindung ermöglicht auch die Schaffung beliebiger Beschichtungsgeometrien, beispielsweise mit spaltförmigen Unterbrechungen der Metalisierung, die zur Unterdrückung unerwünschter Moden oder zum Ein-, bzw. Auskoppeln von Mikrowellensignalen dienen.
- [020] Die Erfindung zeichnet sich darüber hinaus auch durch eine einfache Herstellung mikro-wellenleitender Strukturen unter Verwendung unterschiedlicher Beschichtungsmetalle aus. Sie eignet sich besonders dazu, bei mikrowellenleitenden Strukturen definierte chemische und physikalische Eigenschaften zu erzielen, beispielsweise chemische Beständigkeit, definierte thermische Leitfähigkeit, sowie definierter thermischer Ausdehnungskoeffizient, die bei herkömmlichen mikrowellenleitenden Anordnungen nur durch großen technischen Aufwand und daher mit hohen Kosten verbunden herstellbar wären.
- Durch das Aufbringen mehrerer verschiedener Beschichtungsmetalle bei der Herstellung einer mikrowellenleitenden Struktur lassen sich auch verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften kombinieren, z. B. gute thermische Leitfähigkeit und chemische Beständigkeit.
- Außerdem erlaubt die Erfindung elastische mikrowellenleitende Strukturen aufzubauen.
- [021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand verschiedener Ausführungsbeispiele genauer erläutert und beschrieben, wobei auf die beigelegte Zeichnung verwiesen wird. Dabei zeigen:
- [022] Fig. 1 eine Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform einer mikrowellenleitenden Anordnung nach der Erfindung, die als Modenkonverter verwendbar ist;

- [023] Fig. 2 eine dreidimensionale Darstellung der mikrowellenleitenden Anordnung nach Fig. 1;
- [024] Fig. 3 eine Querschnittdarstellung einer anderen Ausführungsform einer mikrowellenleitenden Anordnung nach der Erfindung, die als Dual-Mode-Hornantenne verwendbar ist; und
- [025] Fig. 4 eine dreidimensionale Schnittdarstellung der mikrowellenleitenden Anordnung nach Fig. 3
- [026] In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen mikrowellenleitenden Anordnung 10 in einem Längsschnitt dargestellt. Auf einen nichtleitenden Körper 12 mit einer zylindrischen, sinus-förmig gebogenen Form ist eine leitende Mantelfläche aufgebracht, so dass eine Metallschicht 14 gebildet wird. Die für eine Leitung von Mikrowellen wichtige Oberflächenschicht wird durch Metallisieren hergestellt. Der Körper 12 besteht bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem Dielektrikum, also einem Isolator, beispielsweise PTFE. Infolge der Metallschicht 14 des Körpers 12 wird ein mit einem Dielektrikum gefüllter, sinusförmig gebogener Rundhohlleiter geschaffen, mit dem Mikrowellen im GHz-Bereich transportiert werden können.
- [027] Durch die spezielle Formgebung wird erreicht, dass ein an einer Stirnseite 16 (in Fig. 1 ist das beispielsweise die linke Stirnseite) eingespeister Hohlleiter-Mode, beispielsweise der Mode TE₀₁, beim Durchlaufen durch die mikrowellenleitende Anordnung 10 in einen anderen Mode umgewandelt wird und an der, in Fig. 1 rechten, Stirnseite 18 als Grundmode TE₁₁ austritt. Solch eine Umwandlung eines Modes ist zum Erreichen einer optimalen Antennen-abstrahlcharakteristik wichtig.
- [028] Aufgrund der speziellen Form und Geometrie der Anordnung 10 eines Modenkonverters wäre eine Realisierung nach Art eines herkömmlichen Hohlleiters, bestehend aus einem metallischen Rohr, das mit einem Dielektrikum gefüllt ist, nur mit großem Aufwand und hohen Kosten möglich. Mit der Erfindung hingegen reduziert sich der Herstellungsaufwand erheblich, einerseits wegen der relativ einfachen Bearbeitung des Körpers 12 aus Kunststoff und andererseits durch das anschließende Metallisieren. Dazu können gängige Verfahren zur Metallisierung von Kunststoffen eingesetzt werden, wie z. B. Flamspritzen, chemisches Metallisieren und Galvanisieren, sowie Aufdampfverfahren wie Sputtern oder PVD-, bzw. CVD-Beschichten (Chemical Vapour Deposition). Eine Kontaktierung der Metallschicht kann beispielsweise durch Löten, Leitleben, Schweißen oder mittels eines Federkontakts erfolgen.

- [029] Zur Veranschaulichung zeigt Fig. 2 eine dreidimensionale Seitenansicht der erfindungsgemäßen mikrowellenleitenden Anordnung 10 nach Fig. 1 mit dem sinusförmigen Körper 12. Vorzugsweise sind im Bereich der Stirnflächen 16 und 18 'normale' zylindrische Mantelflächenabschnitte 20 des Körpers 12 vorgesehen, die eine Verbindung zu vor- bzw. nachgeordneten Elementen, wie z. B. einer Antenne, oder eine Befestigung in einem hier nicht dargestellten Gehäuse vereinfachen.
- [030] In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen mikrowellenleitenden Anordnung 30 in einem Längsschnitt dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Hornantenne zur Abstrahlung von Mikrowellen, beispielsweise im Frequenzbereich um 26 GHz, bei der eine Innenfläche 32 eines nichtleitenden Körpers 34 eine rillenförmige Oberflächenstruktur 36 aufweist.
- [031] Die für eine Leitung von Mikrowellen wichtige Oberflächenschicht wird durch Metallisieren des Körpers 34 hergestellt, wobei der Körper 12 wiederum aus einem Dielektrikum besteht, einem Isolator, beispielsweise PTFE. Durch die rillenförmige Oberflächenstruktur 36 wird zusätzlich zum Hohlleiter-Grundmode, beispielsweise ein TE₁₁-Mode, ein höherer Mode, beispielsweise ein TM₁₁-Mode, angeregt. Die Überlagerung beider Moden zu einem Dual-Mode führt zu einer Feldverteilung in der Hornantenne, die an der nicht idealen Kante 38 verschwindet.
- [032] Zur Veranschaulichung zeigt Fig. 4 eine dreidimensionale Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen mikrowellenleitenden Anordnung 30 nach Fig. 3 als Dual-Mode-Hornantenne mit der rillenförmigen Oberflächenstruktur 36 und der nicht idealen Kante 38. Die Metallisierung der rillenförmigen Oberflächenstruktur 36 kann mit bereits vorher im Zusammenhang mit den Fig. 1, 2 beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.
- [033] Mit einer solchen, in den Fig. 3 und 4 dargestellten Dual-Mode-Hornantenne nach der Erfindung können auf einfache Weise die an einer nicht idealen Kante üblicherweise bei Hornantennen auftretenden Störreflexionen verhindert werden. Darüber hinaus läßt sich auch bei einer solchen Dual-Mode-Hornantenne mit der Erfindung deren Herstellung gegenüber einer herkömmlichen Dual-Mode-Hornantenne deutlich vereinfachen und die Antenne kann preiswerter hergestellt werden. Anstelle eines üblichen Metall-Antennenkörpers wird ein leichter zu bearbeitender Isolator, beispielsweise PVDF, als Körper 34 verwendet. Auf einfache Weise kann dann die rillenförmigen Oberflächenstruktur 36 in den Körper 34 geschnitten und die strukturierte Innenfläche anschließend metallisiert werden.

- [034] Wie die oben beschriebenen und in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiele von mikrowellenleitenden Anordnungen 10 und 30 veranschaulichen, lassen sich nach der Erfindung elektrisch leitende Strukturen auf an sich beliebige nichtleitende Körper 12, 34 mit den verschiedensten Geometrien und Formen aufbringen. Es können sogar Körper 12, 34 aus einem elastischen Material verwendet werden, so dass in sich elastische erfindungsgemäße mikrowellenleitende Anordnungen geschaffen werden. Dabei können außen metallisierte zylindrische oder konische Isolatoren als Hohlleiter und/oder Einkopplungen dienen. Erfindungsgemäß lassen sich mikrowellenleitende Strukturen mit komplexer Geometrie in besonders einfacher Weise verwirklichen. So erlaubt die Erfindung beispielsweise, eine Einkopplung, einen Hohlleiter und eine Hornantenne in einem entsprechend gestalteten Körper zu einer einzigen mikrowellenleitenden Strukturen zusammenzufassen.
- [035] Als besonders wirksam hat sich eine elektrisch leitende Schicht nach der Erfindung mit einer Dicke von 0.1 – 100 µm herausgestellt.
- [036] Ein anderer besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass sie auf einfache und kosten-sparende Weise eine gezielte und kontrollierte Metallisierung erlaubt, so dass besondere Beschichtungsgeometrien, z. B. spaltförmige Unterbrechungen der Metallisierung zur Unterdrückung unerwünschter Moden, geschaffen werden. Außerdem können unter Verwendung unterschiedlicher Beschichtungsmetalle für eine gewünschte Anwendung genau definierte chemische und physikalische Eigenschaften der mikrowellenleitenden Strukturen geschaffen werden, wie z. B. chemische Beständigkeit, definierte thermische Leitfähigkeit, definierter thermischer Ausdehnungskoeffizient, usw. Durch geeignete Auswahl der Beschichtungsmetalle und der Schichtabfolge können durch Aufbringen mehrerer Schichten auch verschiedene Eigenschaften kombiniert werden.

Ansprüche

- [001] Mikrowellenleitende Anordnung, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen nichtleitenden Körper (12; 34) umfaßt, auf dessen beliebig geformter Oberfläche wenigstens teilweise eine oder mehrere elektrisch leitende Schichten (14) aufgebracht sind.
- [002] Mikrowellenleitende Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Körpers (12) sinusförmig gekrümmt ist.
- [003] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Körpers (36) strukturiert ist.
- [004] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (12) aus elastischem Material besteht.
- [005] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitende Schicht (14) eine bevorzugte Dicke von 0.1 – 100 µm aufweist.
- [006] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitende Schicht (14) durch Metallisieren der Oberfläche des Körpers (12) hergestellt wird.
- [007] Mikrowellenleitende Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallisierung der Oberfläche des Körpers (12; 34) nach einem Flamspritz-Verfahren erfolgt.
- [008] Mikrowellenleitende Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallisierung der Oberfläche des Körpers (12; 34) durch chemisches Metallisieren realisiert wird.
- [009] Mikrowellenleitende Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallisierung der Oberfläche des Körpers (12; 34) durch Galvanisieren hergestellt wird.
- [010] Mikrowellenleitende Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallisierung der Oberfläche des Körpers (12; 34) mit einem Aufdampfverfahren, insbesondere Sputtern oder PVD-, bzw. CVD-Beschichten erfolgt.
- [011] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die metallisierte Beschichtung eine vorgegebene Struktur aufweist, beispielsweise mit spaltförmigen Unterbrechungen zur Unterdrückung unerwünschter Moden, bzw. zum Ein- oder Auskoppeln von Mikrowellensignalen..

- [012] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass es sich dabei um einen außen metallisierten zylindrischen oder konischen Isolator handelt, der als Hohlleiter verwendet wird.
- [013] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass es sich dabei um ein außen und innen metallisiertes Kunststoffrohr handelt, das als koaxialer Leiter verwendet wird.
- [014] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass es sich dabei um einen trichterförmigen, innen metallisierten Kunststoffkörper handelt, der als Mikrowellen-Hornantenne verwendet wird.
- [015] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass es sich dabei um einen außen metallisierten Kunststoff-Körper handelt, der als Einkopplung verwendet wird.
- [016] Mikrowellenleitende Anordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffkörper aus komplexen Formen zusammengesetzt ist und die Funktionselemente Einkopplung, Hohlleiter und Hornantenne vereint.
- [017] Verwendung einer mikrowellenleitenden Anordnung nach Anspruch 2 als Modenkonverter.
- [018] Verwendung einer mikrowellenleitenden Anordnung nach Anspruch 14 mit einer nicht idealen Kante (38) als Dual-Mode-Hornantenne.
- [019] Verfahren zur Herstellung einer dielektrischen mikrowellenleitenden Anordnung, dadurch gekennzeichnet, daß auf einen nichtleitenden Körper mit einer beliebig geformten Oberfläche eine die Oberfläche wenigstens teilweise bedeckende elektrisch leitende und strukturierte Schicht aufgebracht wird.
- [020] Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende Schicht durch Metallisieren der Oberfläche des Körpers mittels eines Aufdampfverfahrens hergestellt wird.
- [021] Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende Schicht durch Metallisieren der Oberfläche des Körpers mittels eines Flammgespritzverfahrens hergestellt wird.
- [022] Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende Schicht durch Metallisieren der Oberfläche des Körpers mittels chemischer Metallisierung erfolgt.
- [023] Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch

leitende Schicht durch Metallisieren der Oberfläche des Körpers mittels Galvanisieren hergestellt wird.

1/1

[Fig. 001]

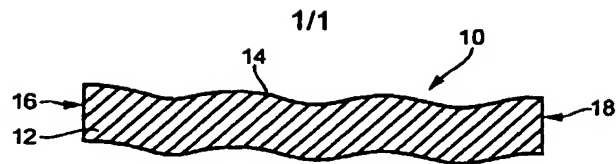
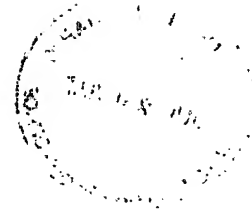


Fig. 1

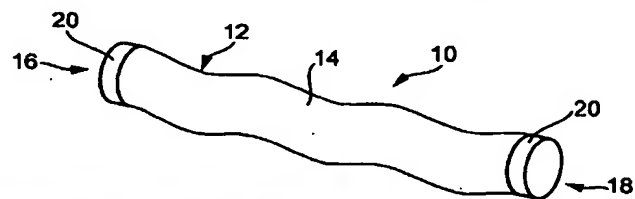


Fig. 2

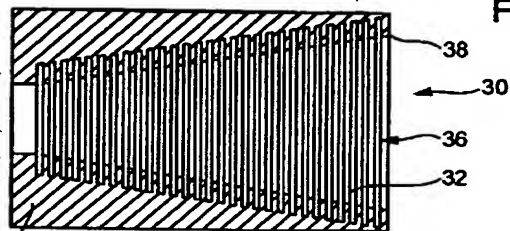


Fig. 3

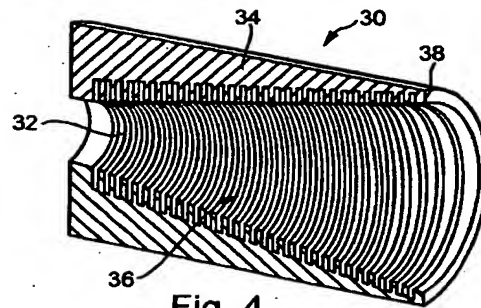


Fig. 4